

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-068237
 (43)Date of publication of application : 11.03.1994

(51)Int.CI.
 G06F 15/62
 G09G 5/00
 G09G 5/36
 H04B 11/00
 // G06F 15/72

(21)Application number : 05-076002
 (22)Date of filing : 01.04.1993
 (71)Applicant : GRUMMAN AEROSPACE CORP
 (72)Inventor : BISEY ROBERT P

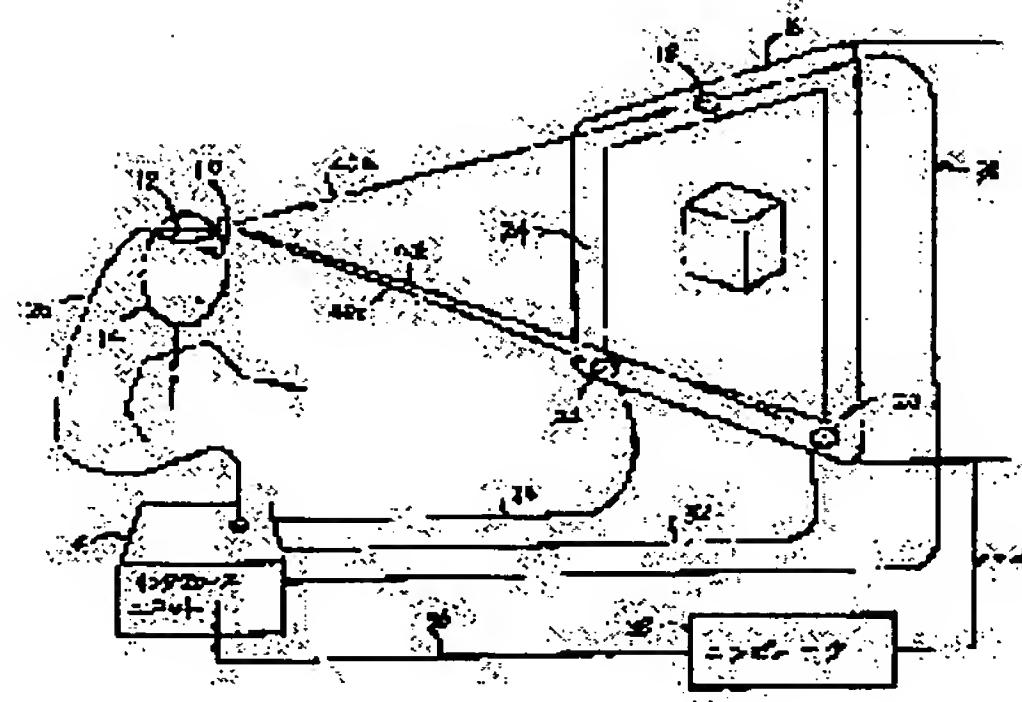
(30)Priority
 Priority number : 92 861479 Priority date : 01.04.1992 Priority country : US

(54) THREE-DIMENSIONAL PICTURE DISPLAY SYSTEM

(57)Abstract:

PURPOSE: To realize a three-dimensional picture display system in which the perspective state of a three-dimensional picture displayed on a computer monitor can be changed like a person views an object.

CONSTITUTION: A transmission module 10 mounted on the head of an operator transmits the supersonic signal of a prescribed frequency in a prescribed time interval, and supersonic microphones 18, 20, and 22 arranged in the surrounding of a display monitor 16 receive the supersonic signal. An interface unit 28 converts the signal received by each supersonic microphone 18, 20, and 22 into plural data indicating an immediate distance between the display monitor 16 and the head of an operator 14. A picture processing computer 38 controls the perspective display configuration of a three-dimensional picture displayed on the monitor 16 according to the plural data.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]	08.02.2000
[Date of sending the examiner's decision of rejection]	27.11.2001
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]	
[Date of final disposal for application]	
[Patent number]	3547459
[Date of registration]	23.04.2004
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]	2002-03269
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]	25.02.2002
[Date of extinction of right]	

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-68237

(43)公開日 平成6年(1994)3月11日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	府内整理番号	F I	技術表示箇所
G 06 F 15/62	350	8125-5L		
G 09 G 5/00	A	8121-5G		
5/36		9177-5G		
H 04 B 11/00	Z	8426-5K		
// G 06 F 15/72	450	A 9192-5L		

審査請求 未請求 請求項の数30(全 16 頁)

(21)出願番号 特願平5-76002

(22)出願日 平成5年(1993)4月1日

(31)優先権主張番号 861, 479

(32)優先日 1992年4月1日

(33)優先権主張国 米国 (U S)

(71)出願人 593072152

グラマン・エアロスペース・コーポレーション

アメリカ合衆国・ニューヨーク・ベスペイジ・(番地なし)

(72)発明者 ロバート ピー・ビセイ

アメリカ合衆国・ニューヨーク・シーフォード・スブルース・ストリート・2339

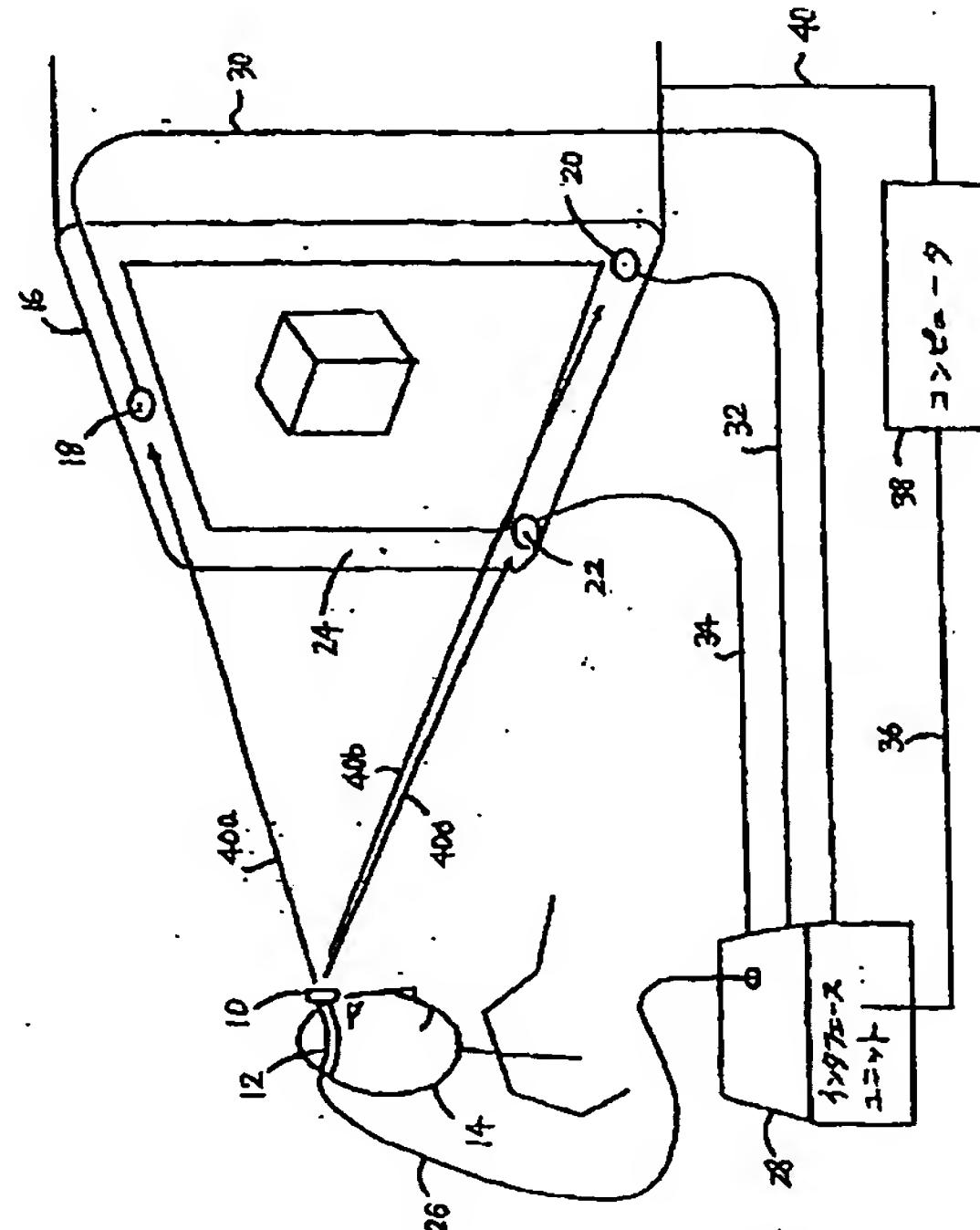
(74)代理人 弁理士 志賀 正武 (外3名)

(54)【発明の名称】 3次元画像表示システム

(57)【要約】

【目的】 人が物体を見る時と同じように、コンピュータモニタ上に表示される3次元画像の遠近状態を変化させることができる3次元画像表示システムを実現する。

【構成】 送信モジュール10が操作者の頭部に装着され、所定の時間間隔で所定周波数の超音波信号を送信し、ディスプレイモニタ16の周囲に配設される超音波マイクロフォン18, 20, 22が超音波信号を受信する。インタフェースユニット28は、超音波マイクロフォン18, 20, 22が各々受信した信号をディスプレイモニタ16と操作者14の頭部との瞬時距離を表す複数のデータに変換する。画像処理コンピュータ38は、前記複数のデータに応じてモニタ16に表示される3次元画像の遠近表示形態を制御する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 コンピュータモニタ上の画像を視る操作者の頭部の動きに比例してコンピュータによって生成された画像の遠近表示形態を制御する3次元画像表示システムにおいて、

操作者の頭部に装着され、所定の時間間隔で所定周波数の超音波信号を送信する送信手段と、

前記コンピュータモニタの周囲に幾何学的に配設され、前記送信手段から送信される前記超音波信号を受信する複数の超音波受信器と、

前記複数の超音波受信器のそれぞれに接続され、各超音波受信器が受信した信号を前記コンピュータモニタと前記操作者の頭部との瞬時距離を表す複数のデータに変換する測定手段とを具備することを特徴とする3次元画像表示システム。

【請求項2】 前記複数のデータを受信し、前記コンピュータモニタと前記操作者の頭部との間の瞬時距離に基づいて前記コンピュータモニタに表示される画像の遠近表示形態を変化させる処理手段を具備することを特徴とする請求項1記載の3次元画像表示システム。

【請求項3】 前記送信手段は、前記コンピュータモニタに向けて超音波音響エネルギーを直接放射するよう前記操作者が装着するヘッドバンドに設けられ、可聴周波数の超音波を送信する送信モジュールを備えることを特徴とする請求項2記載の3次元画像表示システム。

【請求項4】 前記複数の超音波受信器は、前記コンピュータモニタの周囲に3つの超音波マイクロフォンを三角形状に配置されてなることを特徴とする請求項2記載の3次元画像表示システム。

【請求項5】 前記測定手段は、前記超音波マイクロフォンに対応する3つのチャンネルを有し、各チャンネルはそれぞれ同一構成によるアナログ部とデジタル部とからなり、

前記アナログ部は、信号調整手段と前記超音波マイクロフォンから出力されるアナログ信号を所定のパルス信号に変換する第1の変換手段とから形成され、

前記デジタル部は、前記パルス信号をバイナリワードに変換する第2の変換手段からなり、

前記バイナリワードは、前記コンピュータモニタと前記操作者の頭部との間を3次元座標系の一つの軸に沿った瞬時距離として表現し、

前記各チャンネルは、それぞれ前記3次元座標系の各軸に対応することを特徴とする請求項4記載の3次元画像表示システム。

【請求項6】 前記測定手段は、所定周波数の前記超音波信号を発生すると共に、前記送信手段へ所定周期毎に送信指示を与える超音波発振増幅手段を備えることを特徴とする請求項5記載の3次元画像表示システム。

【請求項7】 前記測定手段は、当該測定手段の動作を制御する制御手段と、前記バイナリワードの連続的な遷

移を補償する前記処理手段とを備えることを特徴とする請求項6記載の3次元画像表示システム。

【請求項8】 前記処理手段は、前記バイナリワードを受信して3次元空間における前記コンピュータモニタと前記操作者の頭部との間の瞬時位置に変換するデータ変換手段を有し、

このデータ変換手段は、前記瞬時位置を、前記画像の遠近表示状態を変化させる画像処理ソフトウェアのX軸、Y軸およびZ軸回転アルゴリズムに作用する信号に変換することを特徴とする請求項7記載の3次元画像表示システム。

【請求項9】 コンピュータモニタ上の画像を視る操作者の頭部の動きに比例してコンピュータによって生成された画像の遠近表示形態を制御する3次元画像表示システムにおいて、

操作者の頭部に設けられ、所定周期毎に所定周波数の超音波オーディオ信号をバースト送信する送信手段と、前記コンピュータモニタの周囲に三角配置され、前記送信手段から送信される前記超音波オーディオ信号を受信する3つの超音波受信器と、

前記3つの超音波受信器のそれぞれに接続され、前記超音波オーディオ信号をバースト送信した時刻から各超音波受信器によって前記超音波オーディオ信号を受信した時刻までの経過時間を測定する測定手段とを備え、

前記経過時間は、前記コンピュータモニタに対する操作者の頭部の向きに依存すると共に、前記コンピュータモニタと前記操作者の頭部との瞬時距離に直接比例し、前記測定手段は、3次元直交座標系で表される前記瞬時距離に対応する3つの距離信号を発生する距離信号発生手段と、この3つの距離信号を受信する手段であって、これら距離信号が表す前記操作者の頭部の動きに応じて前記コンピュータによって生成される3次元画像の遠近表示形態を更新する処理手段とを具備することを特徴とする3次元画像表示システム。

【請求項10】 前記送信手段は、前記コンピュータモニタに向けて超音波音響エネルギーを直接放射するよう前記操作者が装着するヘッドバンドに設けられ、可聴周波数の超音波を送信する送信モジュールを備えることを特徴とする請求項9記載の3次元画像表示システム。

【請求項11】 前記送信モジュールは、前記測定手段と送信信号線を介して接続され、この送信信号線には当該送信モジュールに前記超音波オーディオ信号の送信を指示する信号が供給されることを特徴とする請求項10記載の3次元画像表示システム。

【請求項12】 前記送信モジュールは、前記超音波オーディオ信号を送信させる高周波トリガ信号を受信する高周波受信器を備えることを特徴とする請求項10記載の3次元画像表示システム。

【請求項13】 前記送信モジュールは、前記超音波オーディオ信号の送信を指示する赤外光を受光する受光手

段を備えることを特徴とする請求項10記載の3次元画像表示システム。

【請求項14】 前記3つの超音波受信器は、その指向軸を前記操作者の頭部に向けた3つの超音波マイクロフォンからなることを特徴とする請求項9記載の3次元画像表示システム。

【請求項15】 前記3つの超音波マイクロフォンは、前記コンピュータモニタの正面ベゼル上に配置されることを特徴とする請求項14記載の3次元画像表示システム。

【請求項16】 前記3つの超音波マイクロフォンは、前記コンピュータモニタを取り囲むフレーム上に配置されることを特徴とする請求項9記載の3次元画像表示システム。

【請求項17】 前記コンピュータは、マウス入力ポートあるいはジョイスティック入力ポートを有し、前記測定手段に含まれるインターフェースユニットは、前記3つの超音波マイクロフォンから出力されるアナログ信号をそれぞれデータ列に変換する3つのチャンネルを備え、

前記インターフェースユニットは、前記マウス入力ポートあるいはジョイスティック入力ポートに直接接続され、マウス操作子あるいはジョイスティック操作子をシミュレートするプロセッサを備え、

前記プロセッサは、前記マウス操作子あるいはジョイスティック操作子が発生するパルス列の形態に合致するよう前記データ列を変換することを特徴とする請求項9記載の3次元画像表示システム。

【請求項18】 前記測定手段は、前記超音波マイクロフォンに対応する3つのチャンネルを有し、各チャンネルはそれぞれ同一構成によるアナログ部とディジタル部とからなり、

前記アナログ部は、信号調整手段と前記超音波マイクロフォンから出力されるアナログ信号を所定のパルス信号に変換する第1の変換手段とから形成され、

前記ディジタル部は、前記パルス信号を3つのデータ信号から形成されるバイナリワードに変換する第2の変換手段からなり、

前記3つのデータ信号から形成されるバイナリワードは、前記コンピュータモニタと前記操作者の頭部との間を3次元座標系の一つの軸に沿った瞬時距離として表現し、

前記各チャンネルは、それぞれ前記3次元座標系の各軸に対応することを特徴とする請求項14記載の3次元画像表示システム。

【請求項19】 前記測定手段は、所定周波数の前記超音波信号を発生すると共に、前記送信手段へ所定周期毎に送信指示を与える超音波発振増幅手段を備えることを特徴とする請求項18記載の3次元画像表示システム。

【請求項20】 前記測定手段は、当該測定手段の動作

を制御する制御手段と、前記バイナリワードの連続的な遷移を補償する前記処理手段とを備えることを特徴とする請求項19記載の3次元画像表示システム。

【請求項21】 前記信号調整手段は、前記送信手段から送信される超音波信号の周波数に同調して前記3つの超音波マイクロフォンのいずれか1つから出力されるアナログ信号に含まれる低周波成分の不要ノイズを最小化するアクティブフィルタと、

前記アクティブフィルタから出力されるアナログ信号をノイズの無いトリガパルス信号に変換する自動利得制御／スレッシュホールド検出回路とを備えることを特徴とする請求項18記載の3次元画像表示システム。

【請求項22】 前記アナログ信号を変換する手段は、前記トリガパルス信号を受信して前記ディジタル部によって処理される信号であって、パルス幅が固定された矩形パルス信号を出力することを特徴とする請求項21記載の3次元画像表示システム。

【請求項23】 前記アナログ信号を変換する手段は、2入力アンドゲートの第1の入力端にSR型フリップフロップの出力が入力され、当該アンドゲートの第2の入力端に連続したクロック信号が入力される構成を有し、前記矩形パルス信号が供給されるまで「0」レベルの出力を発生し、当該矩形パルス信号が供給された時に

「1」レベルの出力を発生するゲート手段と、制御手段から供給される制御信号に従って初期化される手段であって、前記ゲート手段から「0」レベルの信号が供給されるまでカウント動作を継続し、当該「0」レベルの信号を受けた時点でカウント値を一時記憶するカウント手段と、

前記制御手段から供給されるストアパルス信号に応じて前記カウント手段に一時記憶されるカウント値をラッチしてシフトレジスタに書き込むラッチ手段とを具備することを特徴とする請求項22記載の3次元画像表示システム。

【請求項24】 前記処理手段は、前記バイナリワードに基づいて3次元座標系における前記コンピュータモニタに対する前記操作者の頭部の瞬時位置を生成すると共に、画像回転アルゴリズムに作用させるように前記瞬時位置を変換する手段を備え、

前記画像回転アルゴリズムは、前記3次元座標系におけるX軸、Y軸およびZ軸回りに画像回転させ、前記コンピュータによって生成される画像の遠近表示状態を前記瞬時位置に応じて変化させることを特徴とする請求項23記載の3次元画像表示システム。

【請求項25】 前記処理手段は、前記コンピュータと入出力ポートを介して接続されるマイクロプロセッサを備え、このマイクロプロセッサは、予めプログラミングされた動作に基づき、前記3つのチャンネルの各々から供給される前記カウント値を時間信号に変換し、この時間信号と音速定数とを乗算して前記X軸、Y軸およびZ

軸毎の距離信号を発生することを特徴とする請求項24記載の3次元画像表示システム。

【請求項26】コンピュータモニタ上の画像を視る操作者の頭部の動きに比例してコンピュータによって生成される3次元画像の遠近表示形態を制御する3次元画像表示システムにおいて、(a)前記コンピュータモニタに対向する操作者の頭部に極めて接近した位置から所定周期毎に所定周波数の超音波信号を送信する第1のステップと、(b)前記コンピュータモニタに極めて接近した位置に配設される複数の超音波受信器によって前記超音波信号を受信した時点と前記超音波信号を送信した時点との経過時間を測定する第2のステップと、(c)受信した信号を前記コンピュータモニタと前記操作者の頭部との間の瞬時距離を表す複数の距離データに変換する第3のステップと、(d)前記複数の距離データを処理して前記コンピュータモニタと前記操作者の頭部との間の瞬時距離に応じて前記コンピュータモニタに表示される前記3次元画像の遠近表示形態を変化させる第4のステップとを具備することを特徴とする3次元画像表示システム。

【請求項27】前記第1のステップは、前記コンピュータモニタに向けて直接的に超音波音響エネルギーを放射することを特徴とする請求項26記載の3次元画像表示システム。

【請求項28】前記第2のステップは、前記超音波信号を検出して当該超音波信号からバックグラウンドノイズを除去するフィルタリングを施すと共に、このフィルタリングを施した信号をデジタル処理するためのパルス信号に変換することを特徴とする請求項27記載の3次元画像表示システム。

【請求項29】前記第3のステップは、前記パルス信号の発生間隔に対応する経過時間を表すバイナリカウントデータを発生すると共に、当該バイナリカウントデータをシフトさせて処理手段に供給し、

この処理手段は、前記バイナリカウントデータを、前記画像の遠近表示状態を変化させる画像処理ソフトウェアのX軸、Y軸およびZ軸回転アルゴリズムに作用する信号に変換することを特徴とする請求項28記載の3次元画像表示システム。

【請求項30】前記第4のステップは、時間的な測定値を前記X軸、Y軸およびZ軸回転アルゴリズムに作用するための3次元距離に変換することを特徴とする請求項26記載の3次元画像表示システム。

【発明の詳細な説明】

【産業上の利用分野】

【0001】この発明は、3次元画像の遠近表示形態を制御する装置に関し、特に、コンピュータモニタ上に表示された3次元コンピュータ画像を視る操作者の頭部の動きによってリアルタイムに遠近表示形態を制御する3次元画像表示システムに関する。

【0002】

【従来の技術】今日、コンピュータによって生成される3次元画像は、科学技術、公告業界あるいは娯楽業界の各分野でありふれたものとなっている。例えば、科学者や数学者は、数学的関係式を空間的／視覚的に表現するため、3次元空間における数学機能をプロットして像形成する3次元ワイヤフレームモデルを使用する。また、技術者は、実際に製品が作られる以前にその製品を研究するために3次元画像技術を使用する。このような3次元画像技術では、技術者は実際に製品を製造することなく、様々な設計様式を考案することが可能になる。CAD/CAMユーティリティの多くは科学技術分野で用いられており、比較的低価格な3次元画像を形成する。公告業界や娯楽業界の分野では、ステーションロゴやテレビコマーシャル等のように高価な3次元画像を用いている。

【0003】3次元画像を形成するために用いられるプログラムの重要な特徴は、表示された画像の位置を変化させることができることにある。この特徴は、例えば、原画面に表示されていない特定物体の下面をユーザ側に視覚させる。3次元画像は、通常、直交軸X、YおよびZのいずれか1軸回りの回転、あるいは各軸回転の組み合わせによって得られる。このような回転は、予めプログラムされたコンピュータアルゴリズムを用いてなされる。コンピュータアルゴリズムは、3次元画像を指定された周期毎に、指定された回転軸についてゆっくりと回転させる。この場合、3次元画像は、ジョイスティックやマウス等の対話型操作子を用いることによってリアルタイムに手動操作して回転させることができるのである。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述した従来の手法では、次の点について考慮していない。すなわち、コンピュータによって生成される3次元画像を、人間の視線の動きに応じてその位置関係をリアルタイムに表示制御するものではない。したがって、コンピュータモニタ上に表示される3次元画像を視る操作者の視線に応じて当該画像の遠近図を表示することが望まれている。本発明は、コンピュータによって生成される3次元画像の遠近表示を直接的に制御可能とするものであり、コンピュータモニタ上に表示される3次元画像を視る操作者の頭部の動きに比例して遠近表示形態を直接的に制御し、これによって、人が自然に経験するものと同じように遠近状態を変化させることを目的としている。

【0005】

【課題を解決するための手段】この発明は、コンピュータモニタ上の画像を視る操作者の頭部の動きに比例してコンピュータによって生成された画像の遠近表示形態を制御するための装置において、操作者の頭部に装着され、所定周期毎に所定周波数の超音波信号を送信する送

信手段と、前記コンピュータモニタに設けられ、前記送信手段から送信される前記超音波信号を受信する複数の超音波受信器と、前記複数の超音波受信器のそれぞれに接続され、各超音波受信器が受信した信号を前記コンピュータモニタと前記操作者の頭部との離間距離を表す信号に変換する測定手段とを具備することを特徴としている。

【0006】さらに、詳細に言えば、コンピュータモニタ上の画像を見る操作者の頭部の動きに比例してコンピュータによって生成される3次元画像の遠近表示形態を制御する装置において、操作者の頭部に設けられ、所定期毎に所定期波数の超音波オーディオ信号をバースト送信する送信手段と、前記コンピュータモニタに三角配置され、前記送信手段から送信される前記超音波オーディオ信号を受信する3つの超音波受信器と、前記3つの超音波受信器のそれぞれに接続され、前記超音波オーディオ信号をバースト送信した時刻から各超音波受信器によって前記超音波オーディオ信号を受信した時刻までの経過時間を測定する測定手段とを備え、前記経過時間は、前記コンピュータモニタに対する操作者の頭部の向きに依存すると共に、前記コンピュータモニタと前記操作者の頭部との瞬時距離に直接比例し、前記測定手段は、3次元直交座標系で表される前記瞬時距離に対応する3つの距離信号を発生する距離信号発生手段を備え、この3つの距離信号を受信する手段であって、これら距離信号が表す前記操作者の頭部の動きに応じて前記コンピュータによって生成される3次元画像の遠近表示状態を更新する処理手段を具備することを特徴としている。

【0007】また、本発明は、コンピュータモニタ上の画像を見る操作者の頭部の動きに比例してコンピュータによって生成される3次元画像の遠近表示形態を制御する方法において、前記コンピュータモニタに対向する操作者の頭部に極めて接近した位置から所定期毎に所定期波数の超音波信号を送信するステップと、前記コンピュータモニタに極めて接近した位置に配設される複数の超音波受信器によって前記超音波信号を受信した時点と前記超音波信号を送信した時点との経過時間を測定するステップと、受信した信号を前記コンピュータモニタと前記操作者の頭部との間の瞬時距離を表す複数の距離データに変換するステップと、前記複数の距離データを処理して前記コンピュータモニタと前記操作者の頭部との間の瞬時距離に応じて前記コンピュータモニタに表示される前記3次元画像の遠近状態を変更するステップとかなることを特徴としている。

【0008】本発明は、コンピュータモニタ上の画像を見る操作者の頭部の動きに比例してコンピュータによって生成される3次元画像の遠近表示形態を制御する方法および装置からなるシステムを導く。このシステムは、3つの主要機能を備える。その内、送信機能は、操作者の頭部に極めて接近した位置あるいは頭部に設けられ

る。この送信機能は、コンピュータモニタに向けて所定の時間間隔で所定期波数の超音波信号をバースト送信する。

【0009】超音波信号は、コンピュータモニタに極めて接近した位置に設けられる複数の超音波受信器によって受信あるいは検出される。コンピュータモニタに表示される3次元画像の遠近図を制御あるいは更新するためには、コンピュータモニタに表示される画像と操作者の頭部との位置関係を決定する必要がある。前記超音波信号がバースト送信されてから前記超音波受信器がそれを受信するまでの経過時間に基づいてコンピュータモニタと操作者の頭部との位置関係が決定される。

【0010】測定回路は、前記経過時間を決定するために用いられる。この測定回路は、超音波受信器によって生成される信号を受信し、複数の2進カウンタを介して経過時間を決定する。すなわち、この2進カウンタのカウント値が前記経過時間に対応することによって送信時刻と受信時刻との間の経過時間を決定する。処理回路は、上記2進カウンタの値を3次元空間における直交3軸に対する直線距離に変換する。これら直線距離は、画像の遠近図を変化させるため、コンピュータ上に常駐する画像処理ソフトウェアのX軸、Y軸およびZ軸回りの回転に作用する。

【0011】本発明は、3次元コンピュータ画像の遠近表示をリアルタイムに制御するものであり、コンピュータモニタに表示される画像を当該モニタを見る操作者の頭部の動きに応じて直接的に制御するものである。この発明は、例えば、軍事上重要な目標物を電子的に認識するパターン認識システムなどに適用される。特に、このような適用にあつては、頭部の単純な動きによって軍事的目標体の遠近表示を制御する様が追加される。この制御様では、自然に見るのと同じ感覚で視野内に入りする1つ物体、あるいは複数の物体の有無に関する情報が付加される。

【0012】本発明は、例えば、ライトシミュレータ等、パイロットを訓練する際に用いられる遠近強調画像生成システムにも適用される。現在のライトシミュレータでは、パイロットの訓練を受ける練習生に実際の飛行感覚を与えることができない。この発明を適用すれば、風景がパイロットの位置に応じて目標物の遠近感が常時更新されるよう操作され、これによりパイロットは実際に近い飛行感を得ることができる。この発明は、各種商業分野にも適用される。例えば、医学分野では、人体の各種部分の3次元画像を発生する診断装置、すなわち、磁気共鳴画像診断装置(MRI)や各種CATスキャン等を操作する医者に適用可能である。この場合、医者は頭部の動きに応じて3次元画像を制御するから、両手を自由に動かすことができ、したがって、医者は患者と他の医療器具とを扱いながら診察することができる。

【0013】さらに、この発明は、ビデオゲームにも適

用できる可能性を持つ。ビデオゲームに適用する場合には、3次元のアニメーション画像をリアルタイムに制御するヘッドマウントを付加する。このようにすることで、ビデオゲームの楽しみを広げ、かつ、楽しみを高めることができる。また、この発明を用いることで身体障害者に恩恵を与えることも可能である。例えば、両手が不自由な者の場合、家庭環境や職場環境を3次元画像で表示しておき、この画像に基づきその環境を維持するためのリモート制御装置を制御する。なお、この発明にAI（人工知能）を適用すれば、3次元画像の合図および情報がAIプログラムとの対話に用いることができる。

【0014】

【実施例】以下、図面を参照してこの発明の実施例について説明する。本発明は、コンピュータによって生成される3次元画像の遠近表示を直接的に制御可能とするものであり、コンピュータモニタ上に表示される3次元画像を見る操作者の頭部の動きに比例して遠近表示形態を制御する。本発明の基本的原理は、自然に視るのと同じように、操作者の頭部の動きに1対1に対応させて3次元画像を遠近表示するものである。

【0015】図1は、この発明による3次元画像表示システムの第1実施例の概要を示す図である。小型化され、可聴周波数の超音波を送信する送信モジュール10は、操作者14の頭部に装着されるヘッドバンド12に設けられる。この送信モジュール10は、操作者14が視認するディスプレイモニタ16の正面に向って直接的に超音波音響エネルギーを放射する位置に設けられる。可聴周波数の超音波を受ける3つの超音波マイクロフォン18, 20, 22は、それぞれの検出軸が操作者14に面する方向に配置される。ここで、操作者14は、ディスプレイモニタ16の正面ベゼル24に対向する位置となる。

【0016】超音波マイクロフォン18は、正面ベゼル24の上部中央に配置される。他のマイクロフォン20, 22は、各々正面ベゼル24の下部右隅および左隅に配置される。こうした配置位置は、厳密なものではなく、少なくとも三角形状をなすように、互いに離れた位置にあれば良い。可搬性を目的とするために、この3つの超音波マイクロフォン18, 20, 22は、予め組立られているフレーム表面の正面に取付けることができる。このフレームは、ディスプレイモニタ16の正面ベゼル24の周囲に配置されることにより、超音波マイクロフォン18, 20, 22をそれぞれ操作者14に対向させることができる。これらマイクロフォン18, 20, 22は、周知のペロクロファスナや両面粘着テープなどの仮設手段を用いて正面ベゼル24に取付けることも可能である。

【0017】細くて軽量な2つの送信信号ワイヤ26は、ヘッドバンド12の後部を横切って送信モジュール50

10とコンピュータインターフェースユニット28とを接続する。このインターフェースユニット28は、アナログ部とデジタル部とからなり、3つの超音波マイクロフォン18, 20, 22によって受信されたデータあるいは情報を処理するために用いられる。また、このユニット28は、受信された情報を3次元画像の遠近表示を更新するためのデータに変換する。

【0018】各マイクロフォン18, 20, 22にそれぞれ接続されるワイヤ30, 32, 34は、適当なコネクタを介してインターフェースユニット28に接続される。シリアルデータバスケーブル36は、インターフェースユニット28と、ディスプレイモニタ16を備える画像処理コンピュータ38との間でデータ授受させる。コンピュータ38は、標準のビデオケーブル40を介してディスプレイモニタ16に接続される。

【0019】送信モジュール10から放射される音響エネルギーは、古典的な音響理論に従って放射エネルギーが半球音場をなす。送信モジュール10から放射されるエネルギーは、図中の直線40a, 40bおよび40cで示されるように、各超音波マイクロフォンに突き当る。音響エネルギーは、およそ秒速1, 100フィートあるいは1ミリ秒当たり約1フィート進行する。このような音の伝播速度のために、操作者14の頭部位置のリアルタイムな変化を検出する。すなわち、初期に送信される信号の「時刻」と、この信号を超音波マイクロフォン18, 20, 22がそれぞれ受信する信号の「時刻」とに応じてリアルタイムに変化する操作者14の頭部位置を検出する。

【0020】デジタル回路技術を用いることによって、音響信号の送出から受信までの経過時間に対応するデータに変換される。したがって、信号の伝播速度と同じように経過時間も既知となる。基本的な物理的原理に基づき、この経過時間に対応するデータの量的な大きさが超音波マイクロフォン18, 20, 22と送信モジュール10との間の瞬時距離に直接比例する。超音波マイクロフォン18, 20, 22と送信モジュール10との間の瞬時距離は、ディスプレイモニタ16と操作者14との間の瞬時距離に近似できる。これは、送信モジュール10が操作者14の頭部に極めて近接している一方、超音波マイクロフォン18, 20, 22もそれぞれディスプレイモニタ16に極めて近接した状態にあるからである。経過時間を表し、瞬時距離に対応するデータを形成するワードあるいはバイトは、予め定められたシリアル伝送方式により画像処理を行うコンピュータ38に伝送され、当該コンピュータ38に常駐する3次元画像処理ソフトウェアによって処理される。

【0021】このコンピュータ38に用いられるプログラムは、超音波マイクロフォン18, 20, 22から供給される信号を処理し、かつ、3次元空間における超音波マイクロフォン18, 20, 22に対する送信モジュ

ール10の相対的な瞬時位置を復元する。3次元画像処理ソフトウェアは、この復元された瞬時位置に従って、3次元画像の遠近状態を変化させるように元の3次元画像をX軸、Y軸およびZ軸回りに回転させるアルゴリズムを作成させる。この遠近状態は、自然に3次元物体を視る時のように正確に操作者14の頭部の動きに直接対応させる。

【0022】コンピュータ38に用いられるプログラムは、操作者14の動きに1対1で対応させるようにするために、操作者14の頭部位置に対する3次元画像の相対的な回転および動きの変化率を考慮している。コンピュータ38のキーボードの所定キーあるいは組み合わせたキーを操作することによって、例えば、水平方向あるいは垂直方向の大きな頭部の動きに対して3次元物体の位置変化をわずかなものにすることも可能である。また、これとは異なる組み合わせのキーを操作した場合、比較的に小さな頭部の動きに対して3次元画像の位置変化をより大きくすることも可能である。こうした様子は、例えば、航空機のコックピット等のように頭部の動きが制限される状態において有効になる。

【0023】操作者の頭部が左右および（または）上下に動かされる場合の応答に加えて、頭部を前後に動かす際の応答をプログラムすることも可能である。この場合には、ディスプレイモニタ16から操作者14までの離間距離に応じて3次元画像全体の大きさを直接変化させる。これにより、実際に3次元情景を視るのと同じ効果を真似ることになる。

【0024】3つの超音波マイクロフォン18、20、22の使用は、所望の3次元遠近表示を行うのに必要である。各超音波マイクロフォン18、20、22は、3次元空間における各軸X、YおよびZの内、指定された軸に沿った操作者14の頭部との間の距離を決定するために用いられる。操作者14の頭部の向きとディスプレイモニタ16との関係は、計算されて回転あるいは移動した3次元画像として遠近表示される。2次元の画像がモニタ上に表示されている場合にも、超音波マイクロフォン18、20、22は必要になる。第3のマイクロフォンは、2次元平面における操作者14の頭部の3次元動作を分析するために必要となる、この発明において用いられる原理は、物体の位置を三角測量する技術に類似する。

【0025】図2は、3つの超音波マイクロフォン18、20、22（図1参照）によってそれぞれ受信される超音波信号と、送信される超音波信号とのタイミング関係を示す図である。線1は、インターフェースユニット28（図1参照）によって生成されるトリガパルス101を表している。トリガパルス101は、線3で図示される正確な超音波バースト信号103の発生に用いられる。この超音波バースト信号は、正確な周波数の正弦波であり、トリガパルス101に同期する。超音波バースト

ト信号103は、インターフェースユニット28の一部である超音波発振増幅器によって生成される。この超音波バースト信号103は、図1に示すように、操作者14に装着された送信モジュール10から放射される。

【0026】バースト周波数は、およそ30～60KHzのものが用いられ、その周波数は使用する超音波マイクロフォン18、20、22および送信モジュール10の周波数特性および減衰特性に依存する。線5、7、9は、各超音波マイクロフォン18、20、22によってそれぞれ受信される超音波バースト信号103を時間軸上に表現したものである。データライン11は、送信されたバースト信号103の前縁に対する線5、7および9の基準時間を表す。バースト信号103が送信された直後に、超音波マイクロフォン18が有限時間13を経過後にバースト信号105を受信する。同様に、超音波マイクロフォン20が有限時間15を経過後にバースト信号107を受信し、超音波マイクロフォン22が有限時間17を経過後にバースト信号109を受信する。

【0027】ここで重要なことは、バースト信号105、107および109は、全て超音波バースト信号103をそれぞれ遅延させたものであり、異なる信号から分離したものではないことである。これら信号の遅延時間は、ディスプレイモニタ16に対する操作者14の頭部の位置を計算するために用いられる。超音波マイクロフォン18、20、22に対する送信モジュール10の動きは絶えず変化するため、期間13、15および17はこの動きに対して絶えず変化するものとなる。図示されている期間13、15および17は、超音波マイクロフォン18、20、22に対する受信状態の一例を示すものである。

【0028】例えば、図2に示すバースト信号107は、他の超音波マイクロフォン18、22がバースト信号105、109を受信する以前に、超音波マイクロフォン20に対応して受信される状態を示している。ところで、操作者14の頭部の向きは、超音波マイクロフォン18が他の2つの超音波マイクロフォン20、22に先立って信号105を受信する状態に依存する。なお、図2は本発明の原理を説明するためのものであり、信号送信と信号受信とのタイミング関係を正確に表現するものではない。

【0029】3つの超音波マイクロフォン18、20、22に対して絶えず変化する操作者14の頭部の動きによって生成される情報は、上述した手順を所定の時間間隔で繰返し実行することによって更新される。図2に示す波形101'、103'、105'、107'および109'は、それぞれ波形101、103、105、107および109に一致する。これら波形は、上述したイベントの繰返しを表現するものであり、時間間隔19は典型的な場合にトリガパルス101のパルス幅の10倍以上になる。

【0030】図3は上述した第1実施例に実際的な改良を施した第2実施例による3次元画像表示システムの概略構成を示す図である。この図に示す第2実施例は、インターフェースユニット28と送信モジュール10とを接続するワイヤ26(図1参照)を用いることなく、送信モジュール10を動作させる。すなわち、この実施例では、送信モジュール10がインターフェースユニット28内で発生されるVHF帯あるいはUHF帯などの高周波信号を用いて非常に低電力でトリガされる。この高周波信号は、短アンテナ44を経て送信モジュール10へ送信される。送信モジュール10は、小型化され、バッテリ駆動される高周波受信器を備えており、その受信器の入力回路は非常に短く目立たないアンテナ46に接続されている。

【0031】ここで、図2に戻り、前述した超音波バースト信号のタイミング関係について説明する。なお、ここでは、図1に示すインターフェースユニット28によって最初にトリガパルス101が生成され、かつ、インターフェースユニット28が発生する高周波信号に応じて正確な超音波バースト103を生成するものとする。まず、送信モジュール10の受信器がトリガパルス101を傍受すると、送信モジュール10内部の超音波発振器が当該パルス101(101')に基づいて超音波バースト103(103')をトリガ発振する(図2の線3参照)。

【0032】こうして超音波バースト信号103が送信されると、3つの超音波マイクロフォン18, 20, 22は、信号103を送信した後の有限時間を経てバースト信号105, 107および109を受信する。インターフェースユニット28と送信モジュール10との間を高周波でリンクすると、ユニット28とモジュール10とを接続するワイヤを完全に取り去ることができるので、悩ましく邪魔なワイヤから解放され、この発明によるシステムの有用性および便利さが強調される。

【0033】図4は、本発明の変形例を示す図である。この変形例では、赤外光を発光する発光ダイオードとこれを検出する fotodiodeとの組み合わせを用いて、インターフェースユニット28と送信モジュール10との間を接続するワイヤを完全に取り除いた形態である。発光ダイオードと fotodiodeとの組み合わせは、上述した高周波信号に基づくトリガ手法と同様に扱うことができる。発光ダイオードと fotodiodeとを組み合わせた動作は、VTRやテレビジョンなどのリモートコントロール操作に類似しており、この場合、超音波を送信する送信モジュール10は、光の低エネルギーバーストによってトリガされる。

【0034】この変形例にあっては、図示されていない小さな fotodiodeが送信モジュール10の最大感度軸に沿って取付けられる。この最大感度軸は、ディスプレイモニタ16に対向する位置に置かれる。発光ダイ

オード48は、最大放射軸が操作者14に対向するよう正面ベゼル24に配置される。この発光ダイオード48は、発光ダイオード送信信号ワイヤ50を介してインターフェースユニット28に接続される。送信モジュール10の回路には、 fotodiodeが電子的に集積されている。発光ダイオード48からの光51のパルスを受けると、 fotodiodeは送信モジュール10に対してトリガを駆ける。この結果、超音波バースト信号が送信され、3つの超音波マイクロフォン18, 20, 22によって受信される。

【0035】次に、図5は変形例における超音波信号間のタイミング関係を示す図である。発光ダイオード48には、線21で図示される発光ダイオード駆動信号111が供給される。この信号111が供給されると、発光ダイオード48は、このパルス111に同期して光エネルギーのバーストを生成する。この光エネルギーのバーストは、線23で示すように、 fotodiodeによって受光されて信号113が生成される。信号113に続いて、送信モジュール10は、線25で示すように、超音波バースト信号115を発生する。図5に示す各信号波形の関係および相互作用は、図2において説明したものと同じである。特に、この変形例にあっては、図2に示した線5, 7および9が図5に示す線27, 29および31に各々対応する。以上説明した技術思想により本発明の表示方法が理解される。

【0036】次に、図6を参照し、インターフェースユニット28の詳細について説明する。50a, 50bおよび50cで指定される3つのチャンネルは各々同一の回路から構成され、超音波マイクロフォン18, 20, 22が受信した信号を処理し、3次元画像の遠近表示状態を更新するために用いられるデータに変換する。これらチャンネルは全て同一であることから、一つのチャンネルについての回路動作に関して説明する。しかしながら、インターフェースユニット28における他の構成要素は、各チャンネルに関係なく独立した構成であるため、これらの動作については各チャンネル毎に説明する。

【0037】インターフェースユニット28の構成およびその動作の理解を容易にするため、当該ユニット28の各部の動作は、3次元画像の遠近表示状態を調整する全過程として記述される。ロジック制御回路52は、このシステムの動作を制御する制御信号と各信号のタイミングとを発生する。このロジック制御回路52によって生成される第1の信号は、図2の線1で示されるように、送信あるいはバーストを指示するトリガ信号である。当該回路52から出力されるトリガ信号は、信号線51を介して超音波発振増幅器54に入力される。これは、図1に示すように、ヘッドバンド12に装着される送信モジュール10に接続されるものとして先に説明されている。

【0038】超音波発振増幅器54は、図2の線2で示

されるように、正弦波状の超音波バースト信号を発生する。この超音波バースト信号は、送信モジュール10からディスプレイモニタ16に向けて放射される。また、ロジック制御回路52によって生成されたトリガ信号は、信号線53を介してエッジ検出器56に供給される。エッジ検出器56は、トリガ信号が「正」に立上がる前縁を検出して出力する。この立上がり検出信号は、2進アップカウンタ58a, 58bおよび58cをそれぞれゼロリセットする。立上がり検出信号は、信号線55を介して各カウンタ58a, 58bおよび58cのリセット端子Rに入力される。

【0039】さらに、ロジック制御回路52によって生成されるトリガ信号は、3つのSR型フリップフロップ60a, 60bおよび60cをセットするための手段に用いられ、各フリップフロップ60a, 60bおよび60cの出力状態を「1」の状態にする。超音波バースト信号を発生する際になされる各アップカウンタ58a, 58b, 58cのリセット、およびフリップフロップ60a, 60b, 60cのセットは、システムの適切な動作のために必要になる。

【0040】この時点で、超音波バースト信号がディスプレイモニタ16へ向けて送信あるいは放射される。したがって、3つの超音波マイクロフォン18, 20, 22は、それぞれ操作者14の頭部の位置に応じた時間間隔を経て送信されたバースト信号を受信することになる。これら超音波マイクロフォン18, 20, 22は、それぞれ信号線30, 32, 34を介してアナログ増幅器/信号調整器62a, 62b, 62cへ入力される。これらアナログ増幅器/信号調整器62a, 62b, 62cは、演算増幅器により構成されるアクティブフィルタを備える。アクティブフィルタでは、送信モジュール10から送信される超音波バースト信号の周波数と同じ周波数に同調される。このアクティブフィルタは、システムから放射される低周波成分の不要ノイズを除去あるいは最小化するために用いられる。

【0041】アナログ増幅器/信号調整器62a, 62b, 62cは、自動利得制御回路やスレッシュホールド検出回路を備える。この自動利得制御回路およびスレッシュホールド検出回路は、超音波マイクロフォン18, 20, 22によって受信される超音波バースト信号をノイズの無いトリガパルスに変換する。このトリガパルスは、信号線63a, 63b, 63cを介してそれぞれ単安定マルチバイブレータ回路64a, 64b, 64cに供給される。単安定マルチバイブレータ64a, 64b, 64cは、固定されたパルス幅を持つ矩形パルスを発生し、こうした矩形パルスは超音波マイクロフォン18, 20, 22から出力される信号を処理するデジタル回路に好適なものとなる。

【0042】ここで、操作者の頭部の位置に依存して送信されるバースト信号は、3つの超音波マイクロフォン

18, 20, 22において同時に受信されないという重要な点を思い出す。しかしながら、インタフェースユニット28を平易に記述するという目的のためには、各超音波マイクロフォン18, 20, 22において同時にバースト信号が受信されるもとの仮定する。

【0043】カウンタクロック68は、クロック出力信号を2入力アンドゲート66a, 66b, 66cの各一方の入力端へ信号線65を介して供給する。このカウンタクロック68は、連続したクロック周波数信号を生成する不安定マルチバイブルータからなり、当該クロック周波数信号をアンドゲート66a, 66b, 66cの出力端を介して2進アップカウンタ58a, 58b, 58cのクロック入力端へ供給する。アンドゲート66a, 66b, 66cの各他方の入力端には、それぞれ信号線67a, 67b, 67cを経てSR型フリップフロップ60a, 60b, 60cの出力が入力される。カウンタクロック68は連続した信号を発生するため、各アンドゲート66a, 66b, 66cの一方の入力端は常時「H(ハイ)」レベル、あるいは論理状態「1」となる。

【0044】ロジック制御回路52によって生成されるトリガ信号は、フリップフロップ60a, 60b, 60cをセットし、この時点でアンドゲート66a, 66b, 66cの両入力端を「H」レベルあるいは「1(論理レベル)」状態にする。したがって、これらアンドゲート66a, 66b, 66cは、「H」レベルあるいは「1」状態を出力する。アンドゲート66a, 66b, 66cの出力ラインは、2進アップカウンタ58a, 58b, 58cのクロック入力端に接続される。ここで、アンドゲート66a, 66b, 66cの出力が「1」レベルになると、各カウンタ58a, 58b, 58cは、カウントを開始する。

【0045】2進アップカウンタ58a, 58b, 58cは、アンドゲート66a, 66b, 66cの出力が「1」レベルを持続する間、カウントを継続する。2進アップカウンタ58a, 58b, 58cは、上述したように、クロック入力端CKとリセット入力端Rとを有し、直列接続されるインターバルカウンタステージQa～Qmをパラレルに出力する。アンドゲート66a, 66b, 66cからクロック入力端CKに「1」レベルの出力が供給される間、カウンタステージは直列状態に変化し、クロックパルスをカウントアップする。一方、クロック入力端CKに「0」レベルになると、カウンタステージは、カウンタクロック68から供給されるクロックパルスを累算した値に等しいバイナリカウント値を変化させることなく静止させる。

【0046】このようなカウント動作を行う2進アップカウンタ58a, 58b, 58cのカウンタ値は、前述したように、超音波マイクロフォン18, 20, 22と操作者14の頭部との間の相対的な距離を表わす。この

発明においては、超音波マイクロフォン18, 20, 22と送信モジュール10との間の最小距離変化を、ディスプレイモニタ16に表示される3次元画像の識別可能な分解能としている。このシステムの距離分解能は、2進アップカウンタ58a, 58b, 58cのステージ数に直接影響される。例えば、8ステージのカウンタでは、256分の1の分解能となり、さらに、16ステージのカウンタでは64K分の1の分解能となる。すなわち、数学的に表現すれば、距離分解能は次式(1)で与えられる。

$$\text{距離分解能} = 2^n \quad \dots \quad (1)$$

ここで、nは2進アップカウンタのステージ数(カウントビット数)を表わす。

【0047】3つの超音波マイクロフォン18, 20, 22のいずれか1つによって受信される信号は、2進アップカウンタ58a, 58b, 58cのカウント動作を止めるために用いられる。このような状態に先立って、超音波マイクロフォン18, 20, 22がバースト信号を受信すると、この受信された信号が各チャンネル毎にアナログ増幅器／信号調整器62a, 62b, 62cで処理される。そして、単安定マルチバイブレータ64a, 64b, 64cは、このアナログ増幅器／信号調整器62a, 62b, 62cの出力を、後段のデジタル回路で処理するために矩形パルスとして発生する。これら矩形パルスは、信号線71a, 71b, 71cを介してそれぞれSR型フリップフロップ60a, 60b, 60cのリセット入力端Rへ供給される。

【0048】このリセット入力されるパルスは、フリップフロップ60a, 60b, 60cの出力状態を「1」レベルから「0」レベルに変化させる。フリップフロップ60a, 60b, 60cの出力は、2入力アンドゲートの各一方の入力端に与えられる。ここで、現在の出力状態が「0」レベルにあれば、アンドゲート60a, 60b, 60cもまた「0」レベルの出力となり、これにより2進アップカウンタ58a, 58b, 58cのカウント動作が止る。2進アップカウンタ58a, 58b, 58cのカウント動作が止ると、各カウンタ値は、超音波マイクロフォン18, 20, 22と送信モジュール10との間の実際の距離を表わす。

【0049】所定時間後に各カウンタ58a, 58b, 58cがカウントを停止すると、ロジック制御回路52は信号線73を介して4つのデータラッチ70a, 70b, 70cおよび72のストア入力SFに「1」レベルのストアパルスを供給する。この結果、データラッチ70a, 70b, 70cに各カウンタ58a, 58b, 58cの値が取り込まれ、これらデータラッチ70a, 70b, 70cにストアされるデータが更新される。一方、データラッチ72は、ディップスイッチ76のプリセット値に更新される。

【0050】2進アップカウンタ58a, 58b, 58c

cの出力は、それぞれ信号線59a, 59b, 59cを介してデータラッチ70a, 70b, 70cのデータ入力端に接続される。ディップスイッチ76は信号線71を経てデータラッチ72と接続される。ロジック制御回路52から「1」レベルのストアパルスが出力される以前には、各データラッチ回路70a, 70b, 70c, 72はオープン状態となり、その出力インピーダンスは無限大となるから、データ入力端D_a～D_nにデータは表われない。この時、シフトレジスタ74は、各データラッチ70a, 70b, 70c, 72のパラレル出力Q_a～Q_nを順番に取り込み、これをシリアルデータに変換して出力する。

【0051】ところで、ロジック制御回路52は、ストア入力に供給されるストアパルスの後縁に同期してもう1つの「1」レベルのパルスを発生し、これを信号線75を介してデータラッチ72の3ステート入力端STに入力する。データラッチ72は、これを受けて直ちに低インピーダンス状態になり、データ出力端に現れる出力データが信号線77を介してシフトレジスタ74に供給される。この間、ロジック制御回路52から信号線79に供給されるロジック信号に基づき、シフトレジスタ74はパラレル動作モードにセットされ、データラッチ72の出力データワードを取り込む。

【0052】データラッチ72の3ステート入力端STに入力されるパルスが「1」レベルから「0」レベルに遷移する時、シフトレジスタ74はシリアル传送モードに設定される。これにより、シフトレジスタ74はデータラッチ72から供給されるパラレルの出力データワードをシリアルに変換し、シリアルバス87を介して次段の処理手段へ送出する。

【0053】上述した説明と同様の方法により、残る3つのデータラッチ70a, 70b, 70cも個々の出力データをシフトレジスタ74によってシリアル传送する。シフトレジスタ74から転送される第1のワードは、予めセッティングされるディップスイッチ76の固定ワードに対応する。シフトレジスタ74から転送される残り3つの第2～第4ワードは、それぞれ超音波マイクロフォン18, 20, 22が受信した信号に由来する。

【0054】したがって、データラッチ70aは、ロジック制御回路52から信号線81を介して3ステート入力端STに入力されるパルスに応じて出力データをシフトレジスタ74に供給し、当該レジスタ74によって第2ワードとしてシリアル転送される。また、データラッチ70bは、ロジック制御回路52から信号線83を介して3ステート入力端STに入力されるパルスに応じて出力データをシフトレジスタ74に供給し、当該レジスタ74によって第3ワードとしてシリアル転送される。さらに、データラッチ70cは、ロジック制御回路52から信号線85を介して3ステート入力端STに入力さ

れるパルスに応じて出力データをシフトレジスタ74に供給し、当該レジスタ74によって第4ワードとしてシリアル転送される。これら動作を指示する信号のタイミングについては図7を参照して説明する。

【0055】3次元画像を制御するソフトウェアに上記第1～第4のワードデータの適正な作用を確保するため、ディップスイッチ76は超音波マイクロフォン18, 20, 22の受信した信号に由来する第2～第4のワードデータを識別するバイナリデータ、すなわち、第1のワードデータを出力する。ディップスイッチ76は、所定のビットパターンが設定される複数の設定スイッチからなり、超音波マイクロフォン18, 20, 22の各々によって生成される連続データの先頭バイトを指定する。

【0056】図7は、インターフェースユニット28(図6参照)における全入出力信号のタイミング関係を示す図である。論理レベルおよび状態は、既に図6を参照した各構成要素の説明において記述している。ところで、論理形態はこの発明に関して使用される集積回路の要求に応じて各種の形態とすることが可能である。

【0057】図7に示す線201は、ロジック制御回路52によって生成されるパルス202を示す。前述したように、このパルス202は送信モジュール10(図1参照)に供給されて超音波バースト信号を発生させると共に、図6に示す単安定マルチバイブレータ56に供給される。この単安定マルチバイブレータ56は、スパイク信号204を発生する。このスパイク信号204は、線203によって図示され、パルス202の前縁(立上がり)に同期して発生するものであり、2進アップカウンタ58a, 58b, 58cをリセットさせる。このパルス202は、カウンタ58a, 58b, 58cに対し、カウンタクロック信号206をカウントさせるため、SR型フリップフロップ61a, 60b, 60cをセットする。

【0058】2進アップカウンタ58a, 58b, 58cは、指定された超音波マイクロフォン18, 20, 22によって信号が受信されるまでカウントを続ける。例えば、線207で示されるパルス208aは、パルス202が送出された後に有限な時間を経て単安定マルチバイブレータ64aから出力される。このパルス208aは、フリップフロップ60aのリセット入力に供給され、該フリップフロップ60aをリセットし、出力を「0」レベルにする。フリップフロップ60aが「0」レベルの出力を発生している場合、アンドゲート66aの出力は「0」になるので、線205で示されるカウンタクロック信号206は2進アップカウンタ58aに供給されず、当該カウンタ58aのカウント動作が停止する。

【0059】線209で示される時間領域210は、単安定マルチバイブレータ64aがパルス208aを発生

する前までの期間であり、この期間中にカウンタ58aがカウント動作する。時間領域212では、このパルス208aが発生することによってクロック信号206がカウンタ58aに供給されず、カウント動作が停止される。このように、時間領域210はカウンタ58aのデータ変化状態を示し、時間領域212はカウンタ静止状態を示す。

【0060】各超音波マイクロフォン18, 20, 22からの情報を処理するために3つのチャンネルが使用されるため、図7に示すタイムチャートの多くは互いに類似する。線207, 211および215は、例えば、単安定マルチバイブレータ64a, 64b, 64cからそれぞれ出力されるパルス208a, 208b, 208cを表す。線209, 213および217は、それぞれ2進アップカウンタ58a, 58b, 58cの出力を表す。こうした類似性に基づき、チャンネル50aに関して説明し、他のチャンネル50b, 50cは省略する。

【0061】線209, 213および217で図示される時間領域212, 214, 216では、全ての2進アップカウンタ58a, 58b, 58cが静止状態にある。このような状態において、線219で示され、ロジック制御回路52から出力される「1」レベルのパルス信号(ストアパルス)218は、4つのデータラッチ70a, 70b, 70c, 72のストア入力SFに入力される。この結果、データラッチ70a, 70b, 70cは、それぞれ自身ラッチされるカウンタ58a, 58b, 58cの値を更新する。線221, 223, 225および227は、それぞれデータラッチ72, 70a, 70b, 70cの3ステート入力220, 224, 226および228の論理状態を示す。

【0062】パルス218の出現に先立つ、線221, 223, 225および227で示す「0」レベルは、データラッチ70a, 70b, 70c, 72の出力をオープン状態にする。ところで、このパルス218が出現した直後に、データラッチ72の3ステート入力へ線221で図示される「1」レベルのパルス220が入力される。このパルスは、データラッチ72の出力端を低インピーダンスとし、これによって、シフトレジスタ74の入力となるデータが出力に表れる。この期間中、ロジック制御回路52から出力されるロジック信号は、シフトレジスタ74をパラレル動作モードに設定する。この結果、シストレジスタ74はデータラッチ72の出力をパラレルにロードする。パルス220の論理レベルが「1」から「0」に遷移すると、シフトレジスタ74はシリアル転送モードに設定され、線229で図示される時間領域222にデータラッチ72の出力をシリアルデータとして転送する。

【0063】上述した説明と同様に、データラッチ70a～70cにおいても、出力端を低インピーダンスとして出力データをシフトレジスタ74に供給する。続い

21

て、シフトレジスタ74は、シリアルデータラインを介してシリアル転送する。このように、パルス224, 226および228は、各々時間領域230, 232, 234で表されるシリアルデータストリームを発生する。第1の時間領域222は、ディップスイッチ76の所定のセッティングに対応する固定バイナリワードを表しており、他の3つの時間領域230, 232および234はそれぞれ超音波マイクロフォン18, 20, 22が受信する信号に由来するデータワードとなる。

【0064】3つの超音波マイクロフォンに対して連続的に変化する頭部の動きによって生成する情報を更新するためには、所定周期毎に前述した動作過程を繰返し実行する。周期231は、期間233毎に繰返される。例えば、トリガパルス208'は、パルス208に類似し、時間領域210'および212'は各々時間領域210および212に類似する。

【0065】コンピュータプログラムは、各超音波マイクロフォンから得られるデジタル情報を処理するために用いられ、3次元空間に静止する3つの超音波マイクロフォンと送信モジュールとの瞬時距離を復元する。このインターフェースとなるソフトウェアは、画像処理を行うコンピュータへロードされるか、あるいは常駐される。前述した構成によるインターフェースユニット28は、画像処理用コンピュータとRS-232等のシリアルインターフェースを介して接続される。そして、コンピュータは、3次元画像を制御するインターフェース用ソフトウェアを介してシフトレジスタ74によってシリアル転送される情報を取込む。

【0066】ソフトウェアは2つの主要な機能ユニットに分けることができる。第1のユニットは、経過時間を表すバイナリワードを直線距離に変換する機能を備える。この手続きは、次式(2)で表現されるように、比較的簡単な関係で求められる。

$$d = v \cdot t \quad \dots \quad (2)$$

ここで、dは求める直線距離、vは速度、tは経過時間である。音速が一定で経過時間が測定されることから、距離dは容易に算出される。ソフトウェアは、各種行列計算技術を利用して3次元空間に置かれる3つのマイクロフォンの測定値から距離を算出する。このソフトウェアにおける第2のユニットは、画像処理ソフトウェアの回転アルゴリズムに作用させるため、算出した距離を所定の形式にする。この手法を用いる場合には、画像を生成するソフトウェアのソースコードを理解し、3次元位置を効率的に当該ソフトウェアに取込ませる必要がある。

【0067】他の実施例として、インターフェースユニット28にマイクロプロセッサ等を搭載し、このマイクロプロセッサによって超音波マイクロフォン18, 20, 22からの信号をデータ列に変換させる。この場合、RS-232等のシリアルバスを介して画像処理コンピュ

10

20

30

40

50

22

ータに接続するのに替えて、画像処理コンピュータが備えるマウス用ポート、あるいはジョイスティック用ポートに直接接続させる。このようにすれば、マウスやジョイスティックなどの操作子と置き換えられ、マウスやジョイスティックを用いて3次元画像の遠近表示を手動制御するのと同じ操作になる。

【0068】マイクロフォンによって生成されるデータ列を処理するためのソフトウェアおよび必要となる全ての回路を一体化した小型コンピュータは、上述した第1のユニットに類似し、これによって生成される情報をマウスやジョイスティックなどの装置によって生成される通常形式の信号に変換する。インターフェースユニットをインテリジェント、かつ、スタンドアロン形式なものとする際には、3次元画像処理ソフトウェアに付帯する各種インターフェースソフトウェアに対して完全な整合性を持つことが必要になる。これまで、最適な実施例を説明したが、本発明はこれに限定されることなく、特許請求の範囲で規定される技術思想の下に、当業者であれば理解し得る範囲の各種態様を含むものである。

【0069】

【発明の効果】以上説明したように、この発明によれば、操作者の頭部に装着され、所定の時間間隔で所定周波数の超音波信号を送信する送信手段と、前記コンピュータモニタの周囲に幾何学的に配設され、前記送信手段から送信される前記超音波信号を受信する複数の超音波受信器と、前記複数の超音波受信器のそれぞれに接続され、各超音波受信器が受信した信号を前記コンピュータモニタと前記操作者の頭部との瞬時距離を表す複数のデータに変換する測定手段とを設けたので、コンピュータモニタ上に表示される3次元画像を視る操作者の頭部の動きに比例して遠近表示形態を直接的に制御し、これにより、人が自然に経験するものと同じように遠近状態を変化させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の第1実施例である3次元画像表示システムの概略構成を示す図。

【図2】同実施例における信号送信と信号受信とのタイミング関係を説明するための図。

【図3】ワイヤレスハンドセットを適用した第2実施例の概略構成を示す図。

【図4】ワイヤレスハンドセットを適用した変形例の概略構成を示す図。

【図5】図4に示した変形例における信号送信と信号受信とのタイミング関係を説明するための図。

【図6】本発明におけるコンピュータインターフェースの構成を示すブロック図。

【図7】本発明におけるコンピュータインターフェースの入出力タイミングを説明するための図。

【符号の説明】

10…送信モジュール(送信手段)、

(13)

特開平6-68237

23

24

12…ヘッドバンド、

14…操作者、

16…ディスプレイモニタ（コンピュータモニタ）、

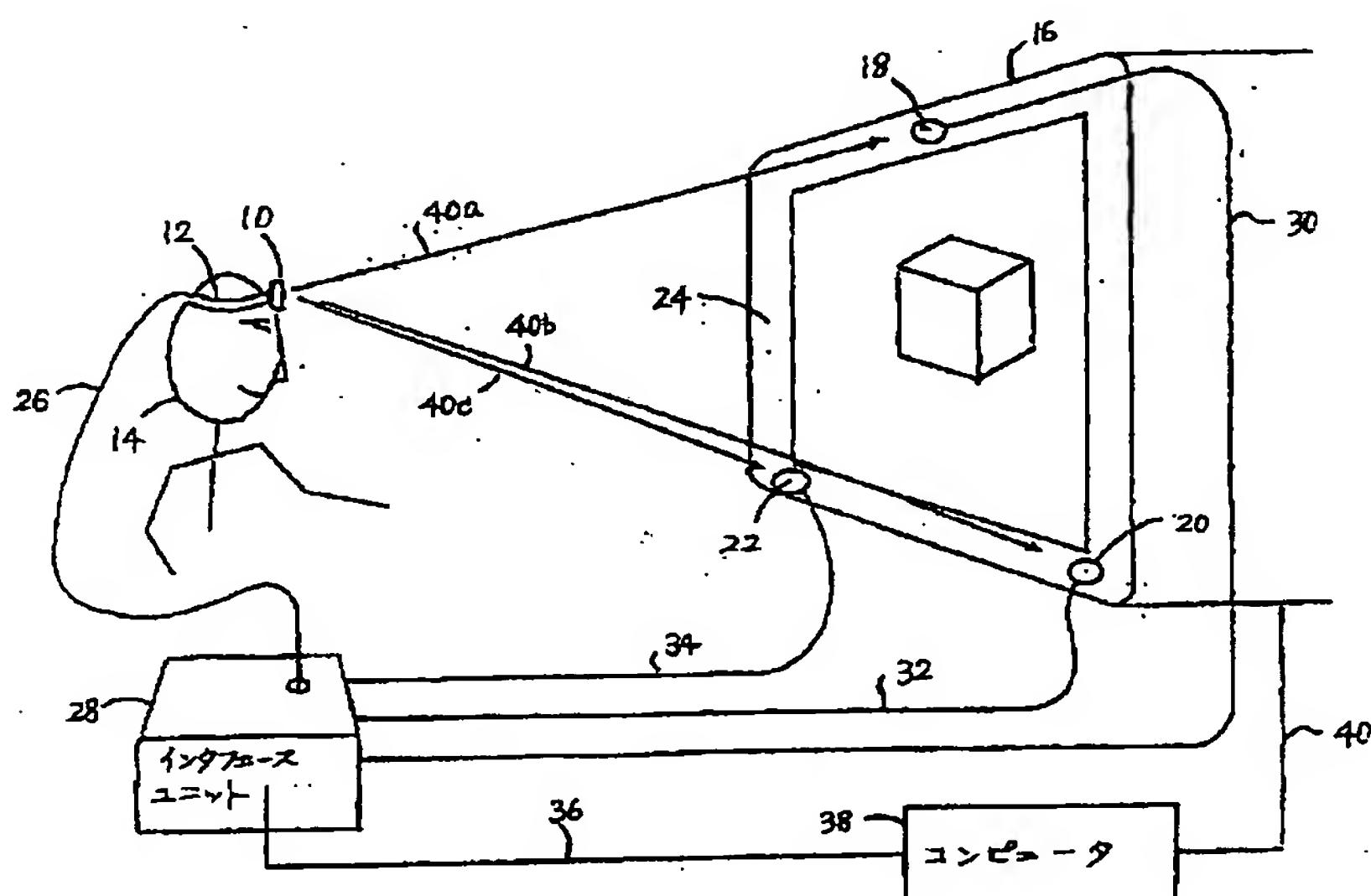
18, 20, 22…超音波マイクロフォン（超音波受信*）

* 器）、

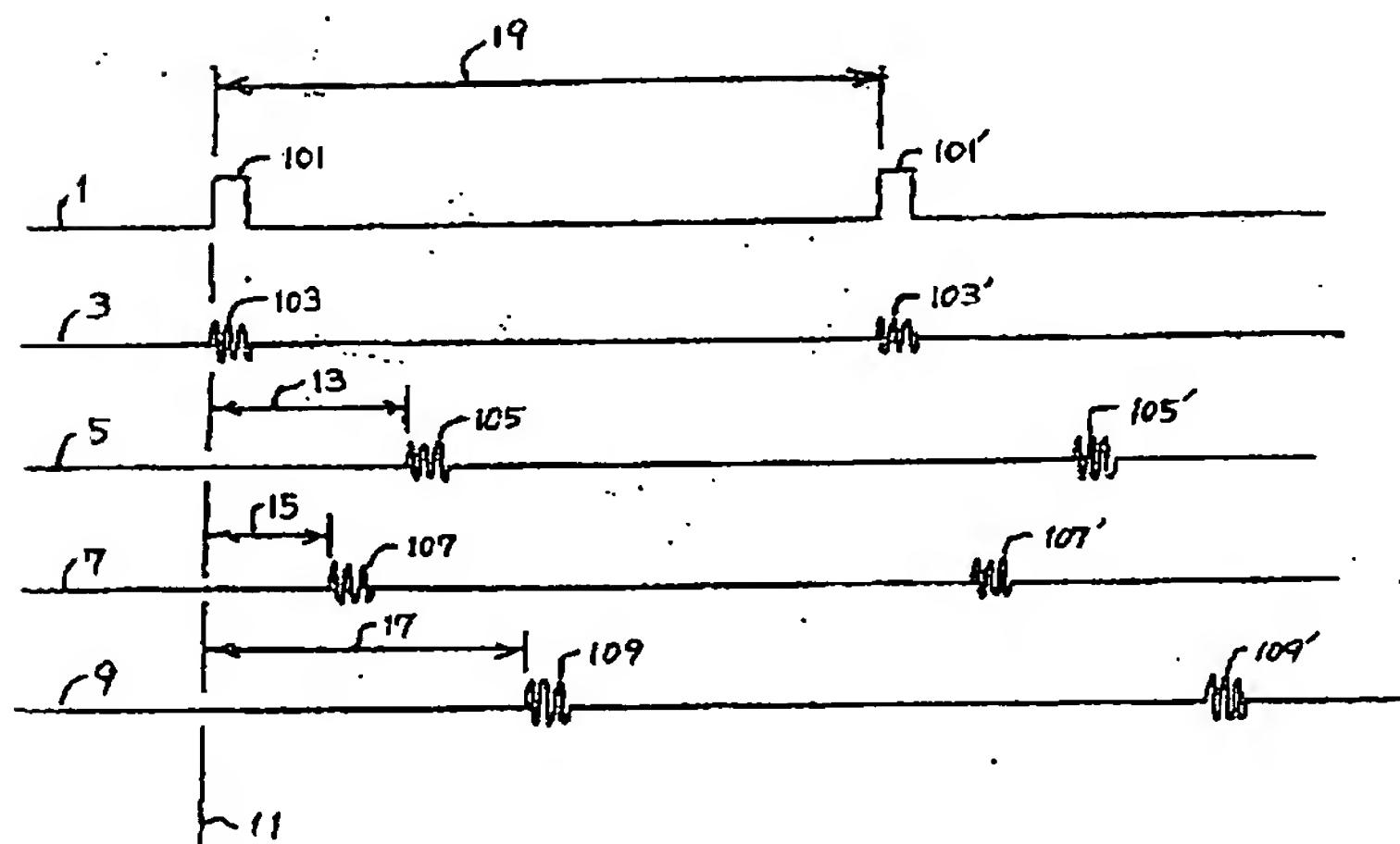
28…インターフェースユニット（測定手段）、

38…画像処理コンピュータ（コンピュータ）。

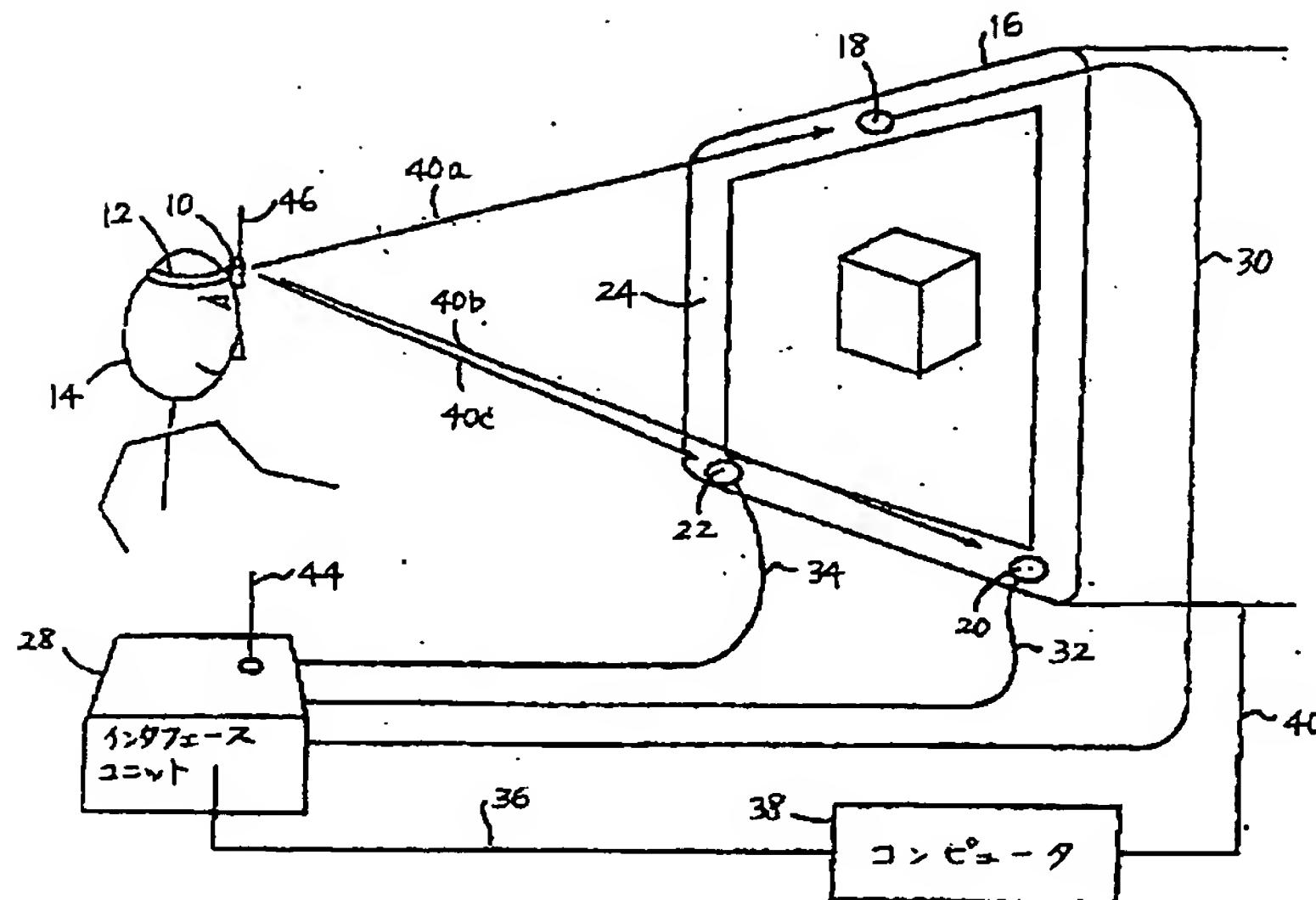
【図1】



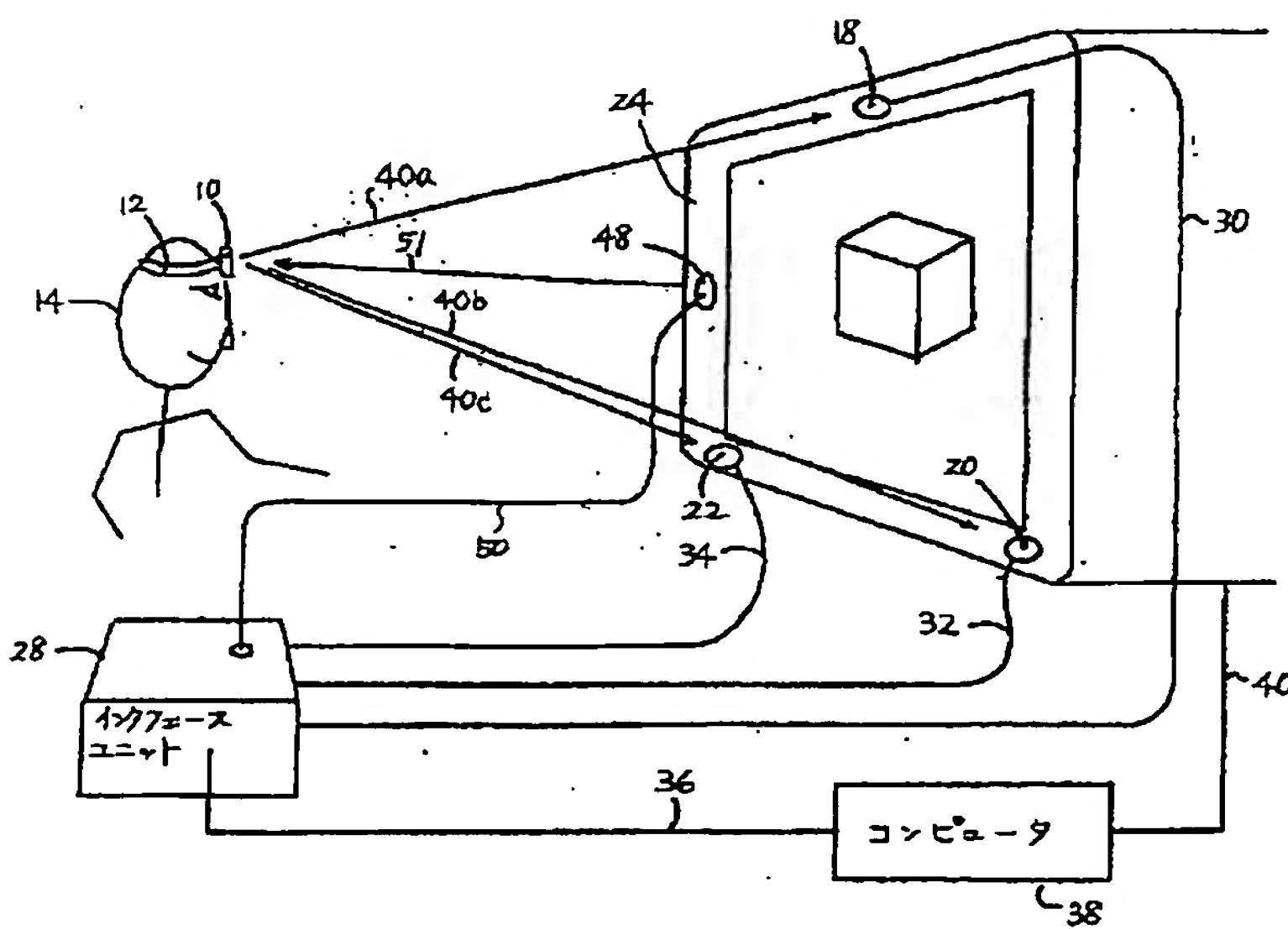
【図2】



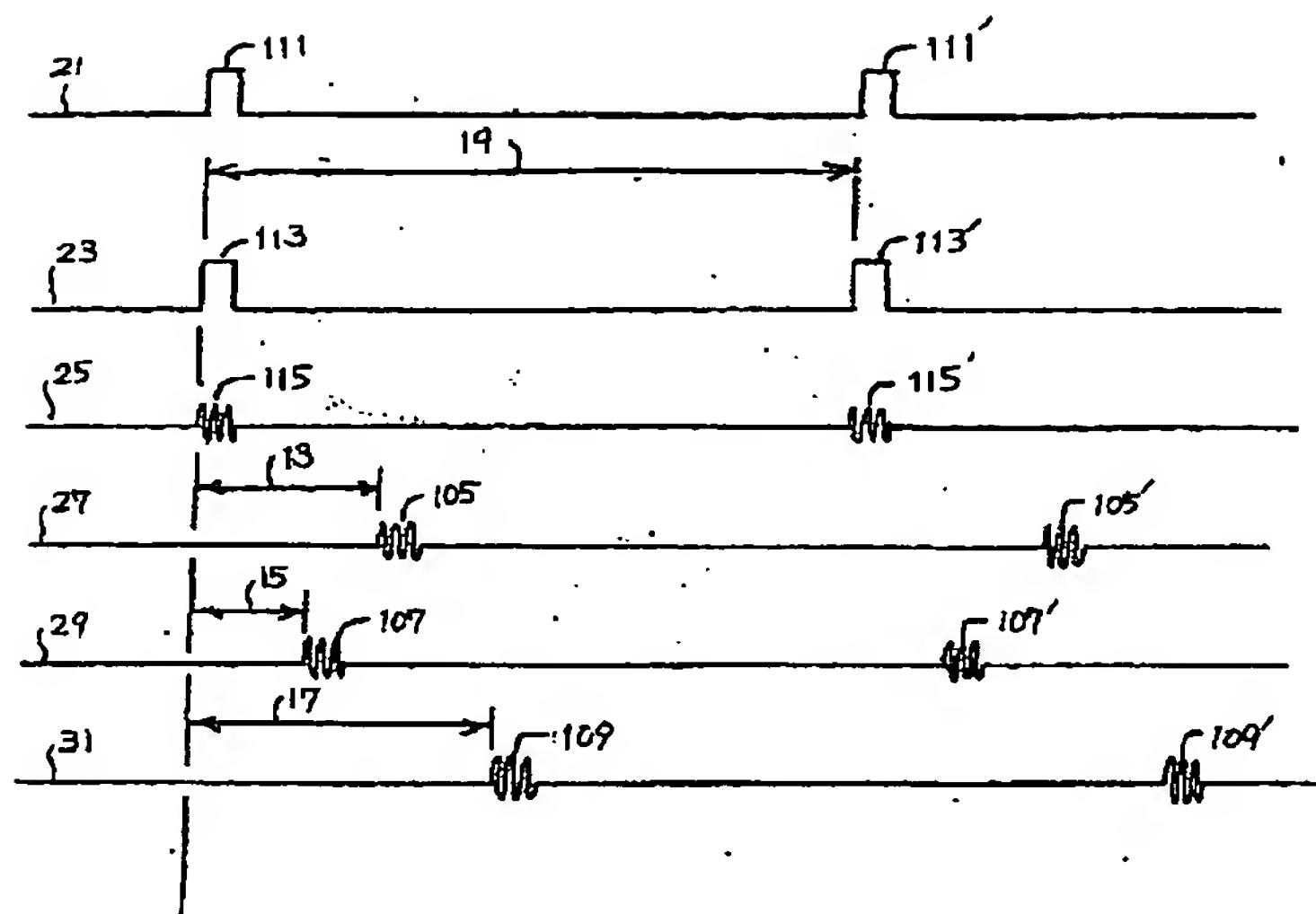
【図3】



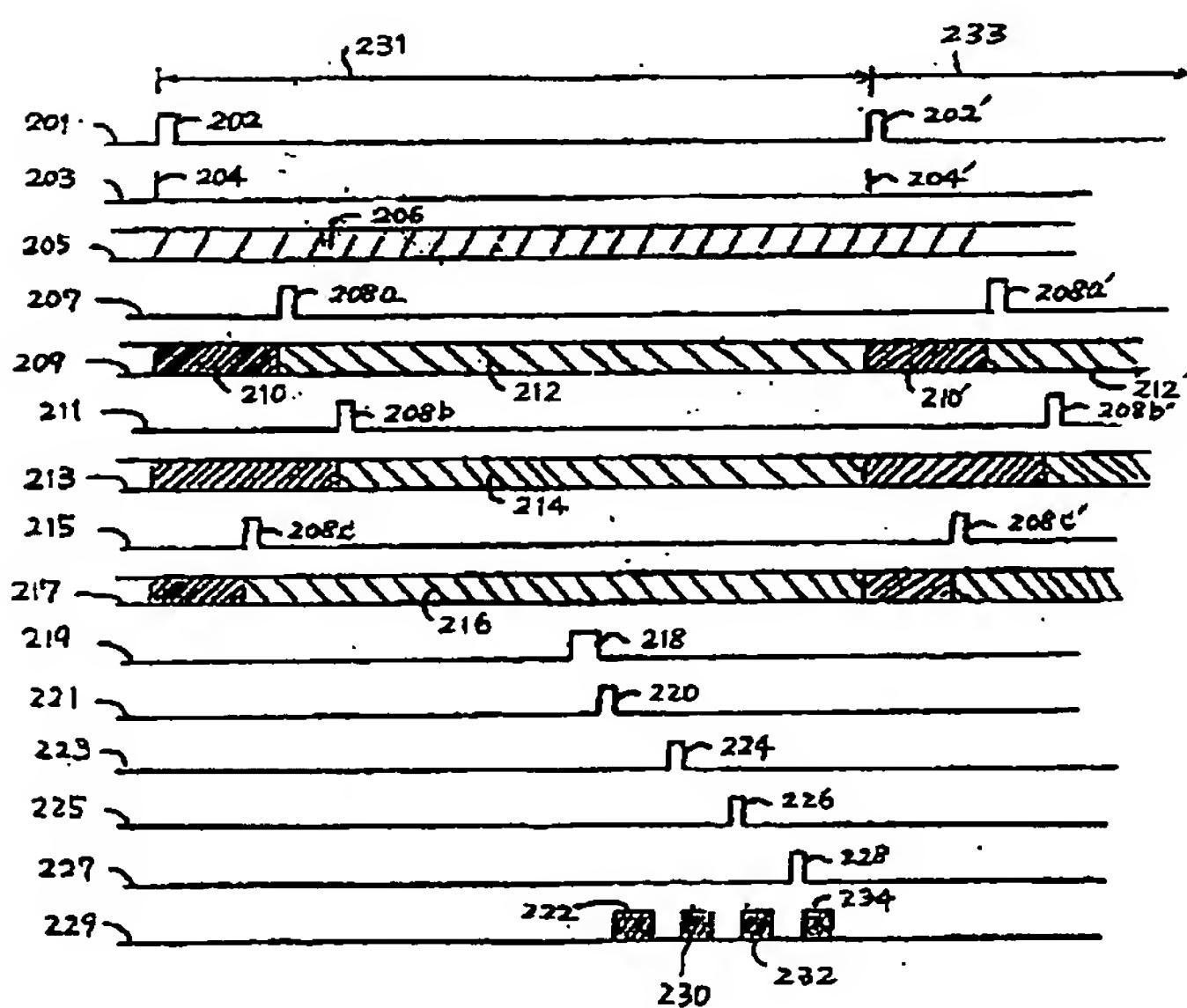
【図4】



【図5】



【図7】



【図6】

